

**PENGOLAHAN MINYAK KEMIRI DENGAN
CARA PELARUTAN DAN PENGEMPAAN**
*(Processing candle nut oils with solvent extraction
and pressing techniques)*

Oleh/by
Bambang Wiyono

Summary

The objective of this research is to study the processing of candle nut oils by using solvent extraction and pressing techniques. In a solvent extraction technique, several solvents were applied in the experiment. The choice solvent was used to extract the treated candle nut seeds. In a pressing technique, five levels of pressing temperature were applied to extract untreated candle nut seeds. The effect of the temperatures was calculated by a complete randomized design. Relationship between the pressing temperature and oil properties was analysed with a polynomial orthogonal method.

Results showed that a hexane solvent with pure analytical grade was the best solvent to extract candle nut oils as indicated by the highest yield of oils. Using this solvent, a dry-frying treatment on candle nut seeds gave the highest yield of oils, compared boiling and control treatments. In a pressing technique, the increasing of pressing temperature gave a highly significant effect on yields, specific gravity, peroxide and iodine numbers. It also gave a significant effect on saponifiable number. A polynomial orthogonal analysis showed that pressing temperatures had a highly significant quadratic relationship to oil yields or iodine number, a linear relationship to peroxide number or specific gravity, and a significant cubic relationship to saponification number. Based on the regression equation for iodine number, the optimum value of iodine number was obtained at a 93° C pressing temperature. At this temperature, the oil yield which could be produced was 59,79 %. The candle nut oil produced at this temperature was the best oil quality, as indicated by the highest value of iodine number, 97.28.

I. PENDAHULUAN

Ekstraksi merupakan proses pemisahan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung lemak atau minyak. Ekstraksi dapat dilakukan dengan cara mekanis, pelarutan atau kombinasi keduanya. Ekstraksi dengan cara pelarut pada prinsipnya adalah melarutkan minyak atau lemak yang ada dalam bahan dengan pelarut menguap. Pelarut lemak yang umum digunakan adalah petroleum eter, bensena, heksana, karbontetraklorida dan karbon disulfida (Bailey, 1950; Swern,

1982). Sedangkan ekstraksi secara mekanis ada dua cara, yaitu pengempaan hidraulik dan pengempaan berulir. Pemisahan minyak atau lemak dengan cara pengempaan hidraulik, yaitu bahan dikempa pada kondisi tekanan dan suhu tertentu selama waktu tertentu pula. Ekstraksi minyak kemiri dengan cara mekanis terdiri dari tahap perlakuan pendahuluan, tahap pengempaan dan tahap pemurnian. Tahap perlakuan pendahuluan meliputi pembersihan bahan, pemisahan kulit, pengecilan ukuran, dan pemasakan atau pemanasan biji (Swern, 1982; Ketaren, 1986).

Pemasakan atau pemanasan biji bertujuan untuk mengkoagulasikan protein dalam biji sehingga butiran minyak terkumpul dan mudah mengalir keluar dari biji. Tujuan lainnya adalah menyesuaikan kadar air biji, sterilisasi biji dan menghilangkan senyawa toksik, seperti tosalbumin (Ward, 1982). Di samping itu juga menurunkan kekentalan minyak sehingga minyak yang diperoleh bisa maksimal.

Ekstraksi minyak kemiri dengan pelarut organik telah dilakukan, dimana pelarut yang digunakan hanya pelarut n-heksana murni saja (Sudrajat, 1983), jenis pelarut lainnya seperti bensena, alkohol, n-heksana teknis belum dicoba. Di samping itu belum diteliti ekstraksi bahan kemiri yang sudah diberi perlakuan pendahuluan. Ada kemungkinannya perlakuan pendahuluan ini berpengaruh terhadap rendemen dan sifat minyak kemiri yang dihasilkan, seperti pada penelitian terdahulu (Wiyono dan Hastoeti, 1993; Wiyono, 1994). Pada penelitian sebelumnya ditunjukkan pula bahwa peningkatan suhu ekstraksi dari 65°C ke 135°C meningkatkan rendemen dan bilangan iodnya, serta menurunkan bilangan peroksida minyak yang dihasilkan (Wiyono, 1994). Akan tetapi kecenderungan pengaruh ini mungkin akan berlainan bila bahan diekstraksi pada beberapa tingkat suhu ekstraksi. Oleh karena itu dalam penelitian ini dicoba mengekstraksi kemiri yang sudah diberi perlakuan pendahuluan dengan menggunakan pelarut organik. Disamping itu juga diamati kecenderungan perubahan sifat minyak kemiri akibat peningkatan suhu pada ekstraksi dengan cara pengempaan hidraulik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan pada biji kemiri terhadap rendemen dan sifat minyak kemiri hasil ekstraksi dengan pelarut organik, serta untuk mengetahui pengaruh peningkatan suhu pengempaan terhadap sifat minyak kemiri yang dihasilkan. Sedangkan sasarannya adalah untuk memperoleh perlakuan yang cocok pada biji sebelum dilakukan ekstraksi dengan pelarut organik, serta suhu pengempaan yang optimum yang menghasilkan minyak kemiri dengan kualitas yang baik.

II. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

A. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini berupa biji kemiri yang sudah dikupas kulitnya. Contoh biji kemiri dibagi dua bagian, sebagian untuk ekstraksi dengan menggunakan pelarut organik dan sebagian lagi untuk ekstraksi dengan metode pengempaan hidraulik. Contoh biji untuk ekstraksi dengan pelarut organik dirajang kecil-kecil dan diberi perlakuan penyangraian dan pengkukusan

serta kontrol. Pengukusan dilakukan selama 10 menit setelah airnya mendidih, sedangkan penyangraian dilakukan dengan waktu yang sama setelah suhu kualifikasi mencapai 100°C . Sedangkan biji kemiri untuk pengempaan hidrolik tidak diberi perlakuan. Biji kemiri dirajang kecil-kecil dan siap digunakan sebagai bahan baku untuk pengempaan.

B. Ekstraksi Minyak Kemiri Cara Pelarutan dan Pengempaan

Dalam ekstraksi minyak kemiri dengan cara pelarutan, pelarut yang digunakan terdiri dari n-heksana murni (pure analysis), n-heksana teknis, chloroform, campuran bensena-alkohol dan bensena teknis. Selanjutnya dengan menggunakan pelarut organik yang terpilih, biji kemiri yang telah diberi perlakuan pendahuluan diekstraksi selama 6-7 jam.

Dalam pengempaan hidrolik, sebanyak 100 gram kemiri yang sudah dirajang dibungkus dengan kain dan dikempa dengan variasi suhu kempa 30, 65, 100, 135 dan 170°C dengan tekanan kempa 115 kg/cm^2 selama 15 menit. Minyak yang dihasilkan dari kedua cara tersebut dianalisis sifat fisiko-kimianya dengan mengikuti prosedur AOAC (1951) dan Jacobs (1958).

C. Analisis Sifat Fisiko-kimia Minyak Kemiri

Untuk mengetahui pengaruh peningkatan suhu pengempaan terhadap sifat fisiko-kimia minyak kemiri digunakan rancangan acak lengkap. Sifat kemiri yang berpengaruh nyata, kemudian dianalisis dengan metode polinomial ortogonal mengikuti prosedur Steel and Torrie (1985).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ekstraksi Metode Pelarutan

Dalam percobaan ini, ekstraksi minyak kemiri dilakukan dengan menggunakan beberapa macam pelarut organik. Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa pelarut n-heksana murni menghasilkan rendemen minyak yang tertinggi, yaitu 64,1 %, diikuti pelarut campuran bensena-alkohol (34,02 %), kloroform (33,11%), n-heksana teknis (29,95 %) dan yang terakhir adalah pelarut bensena teknis (26,2 %). Ekstraksi minyak kemiri dengan pelarut n-heksana murni telah dilakukan oleh Sudrajat (1983), di mana rendemen minyak kemiri sekitar 65 %. Dengan demikian hasil penelitian ini dapat dikatakan mendukung hasil penelitian tersebut, karena perbedaan rendemennya tidak begitu jauh, sekitar 0,9 %. Mungkin perbedaan ini disebabkan oleh kadar air bahan yang tidak sama. Pada penelitian selanjutnya, kemiri yang telah diberi perlakuan pendahuluan (sangrai, rebus dan kontrol) diekstraksi dengan pelarut n-heksana murni. Rendemen, bilangan asam dan kadar asam lemak bebas tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat kimia minyak kemiri hasil ekstraksi dengan pelarut heksana
Table 1. Chemical properties of candle nut oil extracted with a hexane solvent

Sifat (Properties)	Perlakuan pada biji (Treatment on seeds)		
	Kontrol (Control)	Rebus (Boiling)	Sangrai (Dry-frying)
Rendemen (Yield), %	62,91	62,17	64,35
Bil. asam (Acid number)	2,482	2,384	2,484
Asam lemak bebas (Free fatty acid)	1,248	1,198	1,248

Berdasarkan Tabel di atas dapat diketahui bahwa penyangraian biji kemiri dapat meningkatkan rendemen minyak kemiri yang dihasilkan. Perlakuan sangrai terhadap biji kemiri sebelum diekstraksi mengakibatkan pecahnya emulsi lemak dalam partikel kemiri, sehingga memudahkan pelarutan minyak dan prosesnya berjalan dengan lancar selama ekstraksi. Dengan demikian minyak yang terlarut dalam pelarut n-heksana murni bertambah tinggi, yang ditunjukkan oleh tingginya rendemen minyak yang dihasilkan. Sedangkan pada perlakuan rebus, jumlah air dalam bahan menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol maupun dengan perlakuan sangrai. Hal ini mengakibatkan rendemen minyak yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan lainnya. Bila dibandingkan dengan rendemen minyak hasil metode pengempaan (Wiyono, 1994), rendemen minyak hasil ekstraksi dengan pelarut n-heksana murni masih lebih tinggi. Hal ini disebabkan adanya fraksi yang bukan minyak yang ikut terekstraksi, di samping fraksi minyak itu sendiri (Ketaren, 1986).

Minyak akan terurai menjadi asam lemak dan gliserol apabila dihidrolisis oleh air dengan adanya uap panas (Bailey, 1950). Di samping itu dengan adanya kontak dengan udara mengakibatkan terjadinya proses oksidasi. Proses oksidasi ini mengakibatkan penambahan oksigen pada ikatan rangkap dari asam lemak tak jenuh, membentuk peroksida yang labil. Dengan adanya air peroksida ini berisomerisasi membentuk senyawa yang salah satunya adalah asam lemak dengan berat molekul yang lebih rendah (Lundberg, 1962). Kedua proses ini menghasilkan asam lemak berantai pendek. Asam lemak ini dalam penentuan bilangan asam, bereaksi membentuk sabun dengan KOH. Perlakuan rebus terhadap biji kemiri mengakibatkan terjadinya proses hidrolisis minyak menjadi gliserol dan asam lemak. Sedangkan pada perlakuan sangrai mungkin juga terjadi proses hidrolisis, disamping terjadi proses oksidasi, sehingga jumlah asam lemaknya menjadi lebih tinggi dibandingkan perlakuan rebus, yang ditunjukkan oleh nilai bilangan asam yang tinggi.

B. Ekstraksi Metode Pengempaan Hidraulik

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa peningkatan suhu pengempaan mempengaruhi rendemen, berat jenis, bilangan peroksida, bilangan penyabunan dan bilangan iod minyak kemiri yang dihasilkan (Tabel 2). Selanjutnya dari analisis ortogonal polinomial terhadap sifat tersebut, ditunjukkan bahwa rendemen

dan bilangan iod minyak mempunyai hubungan yang sangat nyata yang bersifat kuadratik dengan peningkatan suhu pengempaan, sedangkan bilangan penyabunan bersifat linier. Koefisien regresi untuk berat jenis bersifat positif sedangkan koefisien regresi bilangan peroksida bersifat negatif.

Tabel 2. Rendemen dan sifat minyak kemiri hasil pengempaan metode hidrolik.
Table 2. Yield and the properties of candle nut oil extracted with a hydraulic pressing technique

Sifat minyak kemiri (Candle nut oil properties)	Suhu pengempaan (Pressing temperature), °C				
	30	65	100	135	170
Rendemen (Yield), %	39,7900	55,1400	56,8400	62,0200	57,3300
Berat jenis (Specific gravity)	0,9195	0,9150	0,9217	0,9215	0,9217
Indeks bias (Refractive index)	1,4750	1,4755	1,4746	1,4749	1,4747
Kekentalan (Viscosity)	36,59	35,82	35,72	35,70	36,55
Transmisi (Transmission), %	98,70	96,05	98,85	96,25	94,55
Bilangan asam (Acid number)	0,5067	0,4831	0,4755	0,6155	0,4572
Bil. penyabunan (No. of saponification)	196,50	187,67	190,92	191,69	192,15
Asam lemak bebas (Free fatty acids)	1,3000	1,2150	1,2400	1,3050	1,3300
Bilangan peroksida (Peroxide number)	22,3500	11,3500	16,500	9,6500	16,4600
Bilangan iod (Iodine number)	83,7300	124,1700	88,6800	106,0400	83,000

Keterangan (Remark) : Rataan 2 kali ulangan (Means value of twice replications).

Tabel 3. Sidik ragam sifat minyak kemiri
Table 3. Analysis of variance for candle nut oil properties

Sifat minyak kemiri (Candle nut oil properties)	Kwadrat tengah (Mean square)		F hitung (F _{calc.})
	Perlakuan (Treatment)	Galat (Error)	
Rendemen (Yield), %	143,23695	5,69156	25,17 **
Kekentalan (Viscosity)	0,1315	3,06542	0,13
Berat jenis (Specific gravity)	$1,801 \times 10^{-6}$	124×10^{-9}	14,52 **
Indek bias (Refractive index)	$266,5 \times 10^{-9}$	126×10^{-9}	2,11
Transmisi (Transmission)	6,854	2,18	3,14
Bilangan asam (Acid number)	0,00791	0,00425	1,86
Asam lemak bebas (Free fatty acids)	0,11517	0,42552	0,27
Bil. penyabunan (Saponification number)	20,030347	2,46847	8,11 *
Bilangan peroksida (Peroxide number)	49,74207	2,96086	16,80 **
Bilangan iod (Iodine number)	630,65275	5,89939	109,90 **

Keterangan (Remarks): ** Sangat nyata (Highly significance), $P < 0,01$

* Nyata (Significance), $P < 0,05$

Rendemen minyak hasil pengempaan dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang berhubungan dengan afinitas minyak terhadap bahan padat dalam biji. Dua faktor di antaranya adalah kadar air dan suhu pengempaan (Swern, 1982). Hickock (1953) menyatakan bahwa pada tingkat kadar air yang sama, peningkatan suhu pengempaan akan meningkatkan rendemen yang dihasilkan. Berdasarkan persamaan regresi untuk rendemen (Tabel 4), dapat diketahui bahwa rendemen minyak

optimum dapat diperoleh pada suhu pengempaan 136,75° C. Dengan demikian peningkatan suhu pengempaan dari suhu kamar sampai pada suhu ini meningkatkan rendemen minyak yang dihasilkan. Pada suhu pengempaan ini, rendemen minyak kemiri yang diperoleh sekitar 63,52 %. Setelah itu peningkatan suhu pengempaan justru menurunkan rendemennya. Untuk mengetahui sejauh mana kerusakan minyak yang terjadi pada suhu pengempaan tersebut, dapat dilihat dari nilai bilangan peroksida. Pada suhu pengempaan tersebut, minyak kemiri mempunyai bilangan peroksida sekitar 14,16. Bailey (1950) menyebutkan bahwa peroksida merupakan hasil proses oksidasi terhadap minyak. Pada proses ini terjadi penambahan molekul oksigen pada ikatan rangkap dari asam lemak tak jenuh. Proses pertama yang terjadi pada proses oksidasi ini adalah terbentuk senyawa hidropoksida, karena terjadi pengikatan oksigen pada gugus etana (Riemenschneider, 1955). Pembentukan senyawa ini pada umumnya lebih banyak terjadi pada suhu 20° C dari pada suhu 120° C (Bailey, 1950; Hoffmann, 1962). Dengan demikian peningkatan suhu pengempaan diduga mengurangi pembentukan senyawa hidropoksida, sehingga menurunkan bilangan peroksida yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien regresi yang negatif (Tabel 4).

Tabel 4. Analisis ortogonal polinomial sifat minyak kemiri
Table 4. Polynomial orthogonal analysis for candle nut oil properties

Sifat minyak kemiri (Candle nut oil properties)	F _{hitung} (F _{calculation})			
	Linear	Quadratic	Cubic	Quirtic
Rendemen (Yield), % ¹⁾	61,87 **	33,64 **	0,63	2,53
Berat jenis (Specific gravity) ²⁾	31,94 **	18,90 *	7,17	0,15
Bilangan penyabunan (No. of saponification) ³⁾	1,79	15,01 *	12,43 **	3,23
Bilangan peroksida (Peroxide number) ⁴⁾	12,63 *	0,24	0,40	0,81
Bilangan iod (Iodine number) ⁵⁾	0,74	44,84 **	2,80	16,10 *

Keterangan (Remarks): ** Sangat nyata (Highly significance), $P < 0,01$; * Nyata (Significance), $P < 0,05$

1) $Y = 26,114 + 0,547 X - 0,002 X^2$; 2) $Y = 0,918 + 10^{-5} X$;

3) $Y = 200,080 - 236 \times 10^{-9} X^2 + 0,006 X^3$; 4) $Y = 19,085 - 0,036 X$

5) $Y = 95,09384 + 0,0468 X - 0,00025 X^2$

Berat jenis minyak kemiri ditentukan oleh komponen yang ada dalam minyak. Semakin banyak komponen yang ada dalam minyak, maka fraksi berat bertambah banyak, sehingga berat jenis minyak bertambah tinggi. Berat jenis juga dipengaruhi oleh tingkat ketidakjenuhan dan berat molekul rata-rata komponen asam lemaknya. Berat jenis semakin tinggi dengan semakin tingginya ketidakjenuhan minyak. Ketidakjenuhan minyak ini ada hubungannya dengan bilangan peroksida. Semakin tinggi ketidakjenuhan minyak semakin rendah bilangan peroksida yang dihasilkan. Dari persamaan regresi dapat ditunjukkan bahwa peningkatan suhu pengempaan, meningkatkan berat jenis minyak, yang berarti bahwa ketidakjenuhan minyak bertambah tinggi. Sejalan dengan meningkatkan ketidakjenuhan minyak, bilangan peroksida minyak tersebut menurun. Ini berarti peningkatan suhu kempa menurunkan kerusakan minyak, yang ditunjukkan dengan menurunnya bilangan peroksida.

Bilangan iod merupakan ukuran ketidakjenuhan atau banyaknya ikatan rangkap yang terdapat pada asam lemak yang menyusun gliserida (Jacobs, 1973). Ikatan

rangkap pada asam lemak dapat bereaksi secara adisi dengan hidrogen, oksigen, halogen dan sulfur (Swern, 1979) yang akan menurunkan bilangan iodnya (Lea, 1962). Dari hasil persamaan regresi untuk bilangan iod dapat diketahui bahwa nilai bilangan iod optimum (97,28) diperoleh pada suhu $93,6^{\circ}\text{C}$. Sedangkan rendemen minyak yang dihasilkan pada suhu tersebut sekitar 59.79 %.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Dari beberapa pelarut organik yang digunakan dalam ekstraksi minyak kemiri, pelarut n-heksana murni menghasilkan rendemen yang tertinggi, sehingga pelarut ini dipilih untuk ekstraksi dari biji yang telah diberi perlakuan. Biji kemiri yang telah diberi perlakuan sangrai menghasilkan rendemen tertinggi dibandingkan yang lainnya. Demikian juga nilai bilangan asam dan kadar asam lemak bebasnya lebih rendah dibandingkan dengan kontrol.
2. Peningkatan suhu pengempaan berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, berat jenis, bilangan peroksida dan bilangan iod, serta berpengaruh nyata terhadap bilangan penyabunan. Hubungan sifat tersebut dengan peningkatan suhu kempa adalah:
 - a. Rendemen : $Y = 26,114 + 0,547 X - 0,002 X^2$
 - b. Berat jenis : $Y = 0,918 + 10^{-5} X$
 - c. Bilangan penyabunan : $Y = 200,080 - 236 \times 10^{-9} X^2 + 0,006 X^3$
 - d. Bilangan peroksida : $Y = 19,085 - 0,036 X$
 - e. Bilangan Iod : $Y = 95,09384 + 0,0468 X - 0,00025 X^2$
3. Berdasarkan persamaan regresi rendemen, suhu pengempaan $137,75^{\circ}\text{C}$ menghasilkan rendemen minyak optimum, yaitu 63,52 %. Minyak kemiri yang dihasilkan pada suhu pengempaan ini mempunyai bilangan iod 97,08 dan bilangan peroksida 14,13. Berdasarkan persamaan regresi bilangan iod, suhu pengempaan 93°C menghasilkan bilangan iod optimum. Pada saat bilangan iod optimum, rendemen minyak yang dihasilkannya sekitar 59,79 %. Minyak kemiri yang dihasilkan pada suhu pengempaan ini mempunyai kualitas yang terbaik dibandingkan dengan lainnya, yang ditunjukkan oleh tingginya bilangan iod yang dihasilkan, yaitu 97,28.
4. Untuk mengekstraksi minyak kemiri dengan pelarut heksana, disarankan biji kemiri diberi perlakuan sangrai terlebih dahulu sehingga diperoleh rendemen minyak yang tinggi. Sedangkan dalam ekstraksi dengan metode pengempaan hidrolik disarankan untuk menggunakan suhu pengempaan optimum, yaitu 93°C , dan tekanan kempa 115 kg/cm^2 selama 15 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- AOCS. 1951. Official and Tentative Methods of The American Oil Chemist's Society. Second Edition. American Oil Chemist's Society. Chicago, USA.

- Bailey, A.E. 1950. *Industrial Oil and fat Products*. Interscolastic Publ. Inc., New York.
- Hickok, G.H. 1953. Some Factors Affecting The Hydraulic Extraction of Cotton Seed Oils. *JAOCS*, 30: 481-486.
- Hoffmann, G., 1962. Vegetable Oils. Di dalam *Symposium on Food: The lipids and their oxidations*. The AVI Publ. Co. Inc. West Port, Connecticut.
- Jacobs, M.B. 1973. *The Chemical Analysis of Foods and Food Products*. Roberto Krieger Publ. Inc., New York.
- Jacobs, M.B. 1958. *The Chemistry and Technology of Foods and Food Products*. Third Edition. D Van Nostrand Co. Inc. New York.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Lea, C.H. 1962. The Oxidative Deterioration of Food Lipids. Di dalam *Symposium on Foods: Lipid and Their Oxidation*. The AVI Publ. Co. Inc. West Port.
- Lundberg, W.O. 1962. Mechanism and Products of Lipid Oxidation. Di dalam *Symposium on Foods: Lipid and Their Oxidation*. The AVI Publ. Co. Inc. West Port.
- Riemenschneider, R.W., 1955. Oxidativer Rancidity and Antioxidants. Di dalam F.C. Blanck, 1955. *Handbook of Food and Agriculture*. Reinhold Public. Co. New York.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1984. *Principles and Procedures of Statistics: A biometrical approach*. Second edition. McGraw-Hill International Book Company. London.
- Sudrajat, 1983. Sifat Fisika Kimia Hasil Hutan Ikutan Bagian I. Laporan No. 163. Balai Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Swern, D. 1982. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Volume 2. John Wiley & Sons. New York.
- Swern, D., 1979. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Volume 1. John Wiley & Sons. New York.
- Ward, J.A. 1982. Pre-Pessing of Oil from Rapeseed and Sunflower. *JAOCS*, 61 (8): 1358-1361.
- Wiyono dan Hastoeti. 1993. Pengaruh Perlakuan Pendahuluan Biji Kemiri terhadap Rendemen dan Sifat Fisiko-Kimia Minyaknya. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 11 (5): 174-178.
- Wiyono, B., 1994. Pengaruh Perlakuan Pada Biji dan Suhu Pengempaan terhadap Sifat Fisiko-Kimia Minyak Kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 12 (6): 202-207.